

Mise au point d'un humidomètre permettant de détecter la présence d'eau sur la feuille d'un végétal

J. P. MEYER avec la collaboration de J. WACHTER

Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer

La mise au point d'appareillages simples, utilisables en plein champ, dans le but de généraliser les méthodes de prévision des attaques de cercosporiose sur bananiers, entre dans le cadre d'un programme commun d'action, en Guadeloupe, de l'ASSOBAG et de l'IFAC.

OBJECTIFS

Ayant à préciser divers facteurs physiques régissant le développement du *Cercospora* du bananier, il semble utile de pouvoir déterminer la durée de mouillage des feuilles.

On sait en effet que la dispersion, la libération, et en grande partie la germination des organes de multiplication ou de reproduction du champignon, exigent la présence d'eau liquide. C'est le cas pour la dispersion des conidies qui ne peuvent être détachées qu'à leur complète maturité et uniquement par l'eau (LEACH 1946, CALPOUZOS 1955). La libération des ascospores exige de même la présence d'eau liquide, et il apparaît intéressant de connaître les durées successives de mouillage et de dessèchement de la feuille, les conditions d'alternance de ces deux états se repercutant directement sur la quantité d'ascospores libérée, donc sur la gravité des attaques possibles (BRUN 1963). Pour la germination, les conidies exigent aussi de l'eau liquide ; les ascospores par contre se contentent d'une forte hygrométrie (supérieure à 95 p. cent) : en fait, on peut remarquer que les conditions de forte hygrométrie, proche de la saturation, sont avant tout fréquentes durant la nuit, alors que la température de surface des feuilles est le plus souvent inférieure à celle de l'air : cela correspond donc très souvent aux périodes de dépôt de la rosée.

PRINCIPE DE MESURE

Rappelons qu'un premier système avait été mis au point par l'IFAC dans ce sens, le roséographe photographique (CUILLE, GUYOT, KITROSSER, LECOMTE, 1958). Ce système exigeant l'emploi d'une caméra à déclenchement commandé par une horlogerie, semble difficilement applicable pour indiquer les dépôts de rosée ou de pluie, sur la feuille en place dans la bananeraie. Il paraît important en effet, d'effectuer la mesure ou l'observation sur les feuilles en place, car diverses mesures faites par thermocouples, nous ont montré que l'écart de température, même de nuit, entre une feuille en place et des fragments de feuilles posés sur un support proche du sol, est loin d'être négligeable ; cet écart peut s'accroître encore avec un support inerte (type jauge de Duvdevani). En conditions limites de formation de rosée, il peut y avoir dépôt sur l'un et rien sur l'autre.

Pour trouver un procédé plus souple à mettre en place, directement sur la feuille, nous nous sommes inspirés d'appareils analogues se basant sur la variation de résistance électrique entre deux sondes collées sur la feuille, avec ou sans la présence d'un film d'eau liquide. On arrive donc à un montage électronique dont le schéma de base est très simple : on amplifie le courant de sonde par un transistor (voir page suivante).

Selon la résistance appliquée entre AB, on modifie la polarisation de la base du transistor, ce qui permet le passage d'un courant, fonction de la résistance de sonde, par le circuit émetteur collecteur. On peut, soit analyser ce courant, qui est en fait fonction de l'épaisseur du film d'eau présent entre les électrodes, soit l'utiliser pour déclencher un interrupteur électromagnétique.

Ce deuxième système, s'il élimine en principe la possibilité d'obtenir un enregistrement fonction de l'épaisseur du film, donc en particulier de l'importance de la rosée, évite cependant des pro-

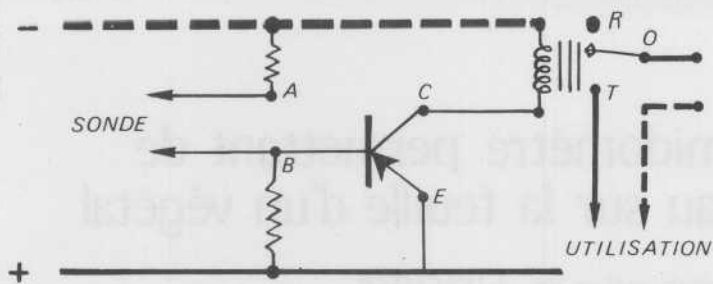


Schéma de base du montage électronique.

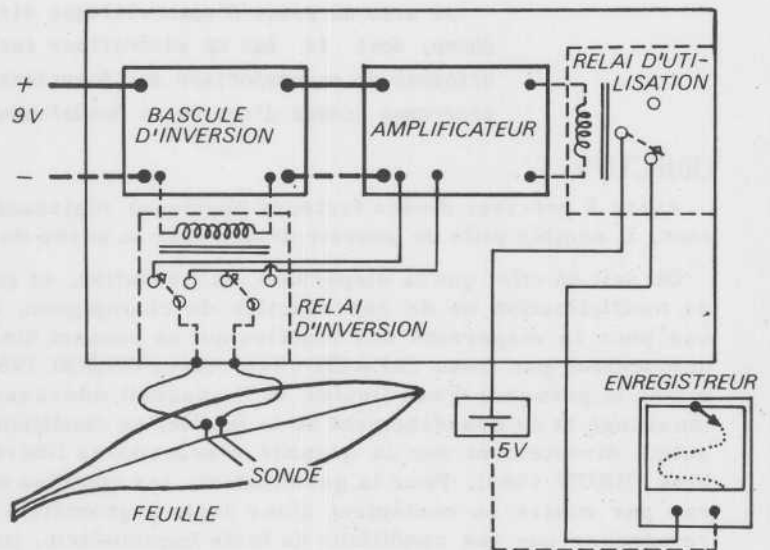
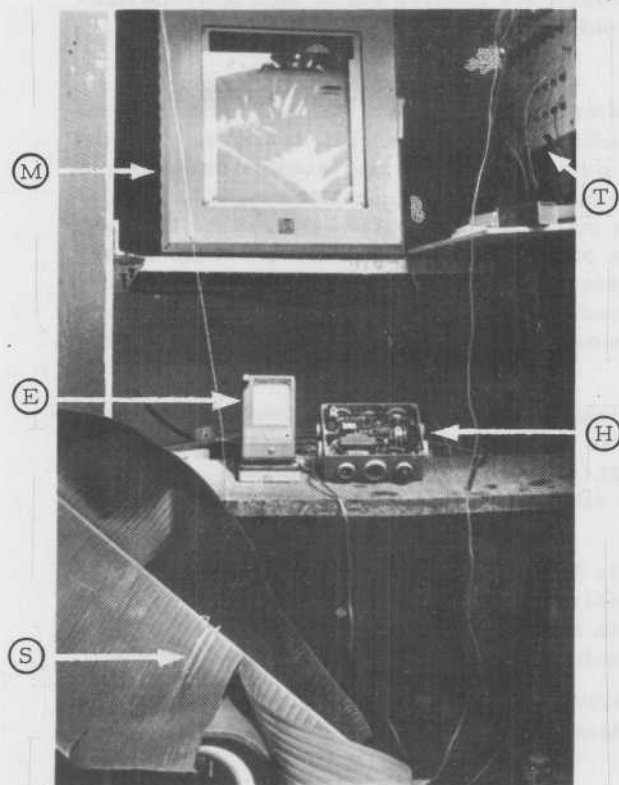


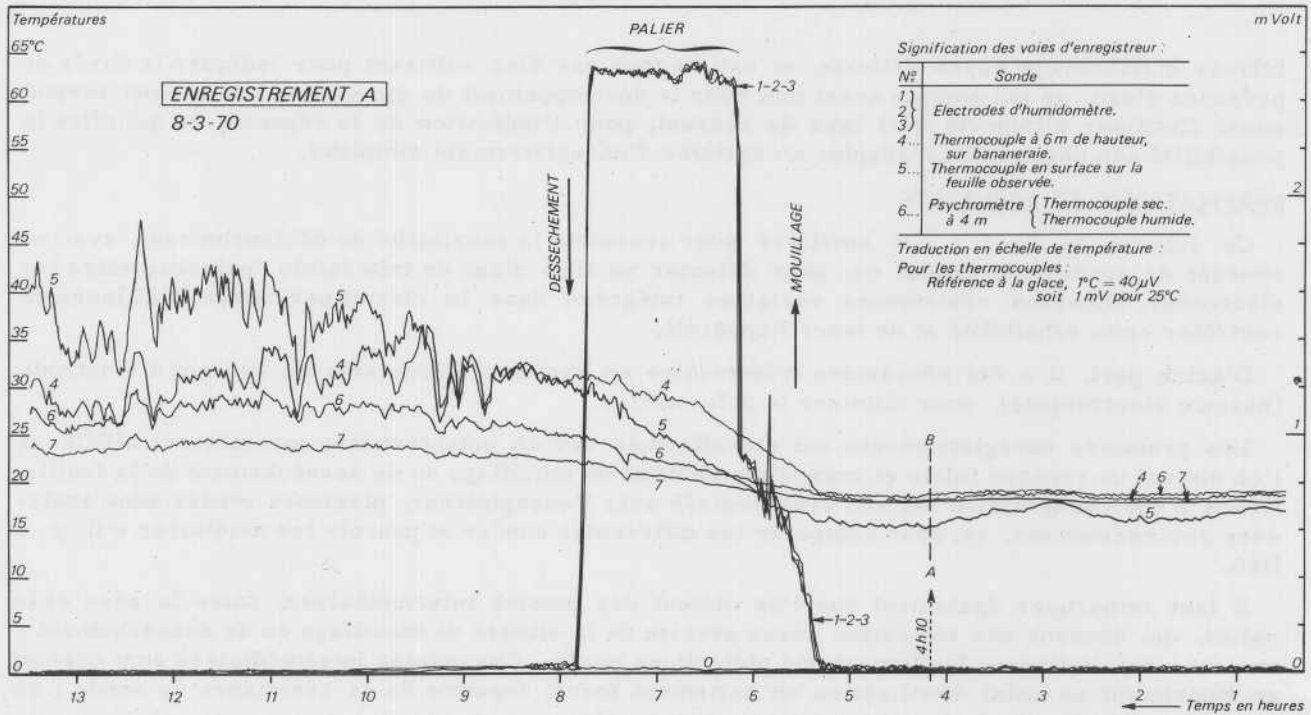
Schéma de principe d'un humidomètre.



- H = humidomètre (en boîtier plastique étanche, couvercle enlevé).
- E = enregistreur galvanométrique petit format (possibilité d'adaptation sur batterie pour avoir un ensemble humidomètre-enregistreur autonome).
- S = sonde (deux bandes métalliques collées sur la feuille).
- M = enregistreur millivoltmètre potentiomètre MECI, 12 voies.
- T = tableau de branchement.

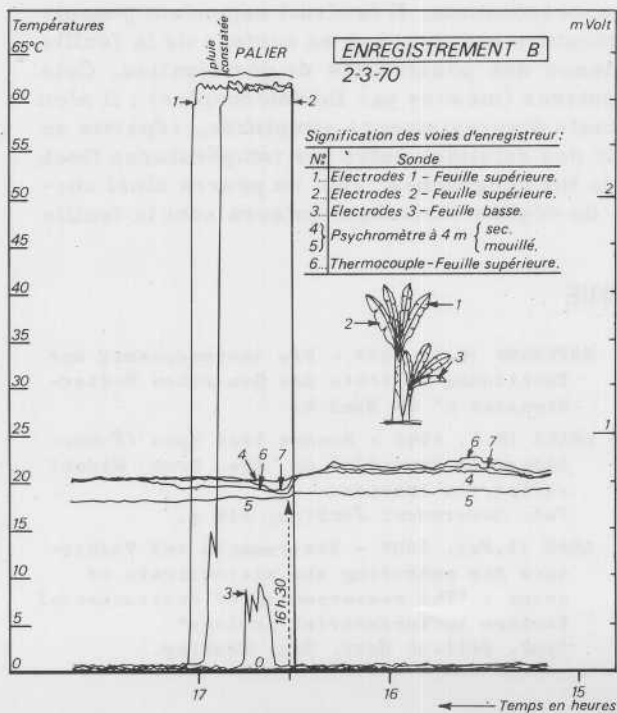
Ces deux derniers appareils servent à l'amélioration du choix des électrodes, en commutant diverses sondes alternativement, par le même humidomètre.

DEUX EXEMPLES D'ENREGISTREMENT D'HUMIDOMETRE



ENREGISTREMENT A - Observation de la formation de la rosée sur une feuille de bananier posée sur le gazon (car il n'y avait pas eu de formation de rosée en hauteur, le profil d'inversion de température était assez important en écart de température, mais le niveau d'inversion n'était qu'entre 4 et 6 mètres).

Il a été observé une apparition tardive de la rosée, avec une sursaturation assez longue auparavant. Apparition correspondant à l'accalmie de vent avant le lever du soleil. Exemple numérique en AB, soit 4 h 10, H = 90 p. cent, point de rosée 17,4 ; soit une sursaturation de près de 2°, qui doit être moindre en réalité, si l'on tient compte de la différence de hauteur du psychromètre et de la feuille observée.



ENREGISTREMENT B - Exemple d'indication de mouillage des feuilles en place dans une bananeraie, suite à une petite pluie dont l'enregistrement passe pratiquement inaperçu sur le pluviomètre journalier (pluviomètre à siphon), et qui donne néanmoins une bonne demi-heure de mouillage des feuilles, les conditions d'évaporation étant assez médiocres. Plusieurs pluies de ce genre, au cours d'une même journée, peuvent mouiller les feuilles pendant de longues heures, sans paraître bien frappantes sur les courbes d'enregistrement du pluviographe journalier.

A noter la chute de température de la feuille qui correspond bien au décrochement des sondes 1 et 2 (16 h 30). La sonde 3 n'indique que le passage des gouttes sur les électrodes, car elle se trouve sur une feuille basse, non exposée directement à la pluie. Il faut noter également que les 3 sondes sont indépendantes et couplées successivement sur l'humidomètre par un commutateur rotatif synchronisé avec celui de l'enregistreur.

blèmes d'étalonnage assez délicats, et est en tout cas bien suffisant pour indiquer la durée de présence d'eau, ce qui compte avant tout pour le développement de *Cercospora*. Il permet surtout aussi d'utiliser n'importe quel type de courant, pour l'indication de la réponse, ce qui offre la possibilité non négligeable d'adapter un système d'enregistrement simplifié.

RÉALISATIONS ET RÉSULTATS

Ce schéma de base a été amélioré pour accroître la sensibilité de déclenchement, avec un courant de sonde très faible, ce, pour détecter un film d'eau de très faible épaisseur entre les électrodes. Diverses résistances variables intégrées dans le circuit permettent d'ailleurs de contrôler cette sensibilité et de tarer l'appareil.

D'autre part, il a été nécessaire d'introduire un système d'inversion du courant d'électrode (bascule électronique), pour éliminer la polarisation.

Les premiers enregistrements ont été effectués sur un potentiomètre enregistreur MECI, et l'on obtient un réponse fidèle et immédiate de l'état de mouillage ou de dessèchement de la feuille. Grâce à une commutation externe synchronisée avec l'enregistreur, plusieurs sondes sont analysées successivement, ce, pour comparer les différentes sondes et pouvoir les améliorer s'il y a lieu.

Il faut remarquer également que l'on obtient des points intermédiaires, entre le zéro et le palier, qui donnent une indication assez précise de la vitesse de mouillage ou de dessèchement : on peut ainsi distinguer facilement une pluie d'une rosée. Ces points intermédiaires sont obtenus en imprimant au relai d'utilisation un battement forcé, fonction de la résistance de sonde ; on améliore ainsi le simple fonctionnement en tout ou rien.

PERSPECTIVES

Comme on est maître du courant d'utilisation, on peut facilement construire un appareil autonome, avec un système d'enregistrement simple (cylindre enregistreur classique avec un stylet d'inscription commandé par un électro-aimant à noyau plongeant) ; l'appareil pouvant fonctionner sur pile ou batterie, sera facile à installer en bananeraie, avec une autonomie qu'on peut très bien porter à une semaine.

CONCLUSIONS

On pourra donc disposer d'un appareil autonome, permettant un enregistrement de routine sur le terrain, de la durée de mouillage et de l'heure correspondante. Il faudrait cependant pouvoir préciser un autre facteur en correspondance : la température exacte prise en surface de la feuille en place, ce, surtout pour pouvoir préciser l'importance des possibilités de germination. Cela est possible en station, avec un millivoltmètre enregistreur (mesure par thermocouples) ; il n'en sera plus de même pour plusieurs humidomètres, munis d'enregistreurs simplifiés, répartis en des lieux éloignés : il reste donc à essayer d'établir des relations entre les températures fines recueillies sur la station, avec les enregistrements de thermographes, dont on pourra ainsi corriger les données pour avoir une idée plus précise du régime thermique qu'aura subi la feuille même.

BIBLIOGRAPHIE

BRUN (J.). 1963 - Thèse.

CALPOUZOS (L.). 1955 - Studies on the Sigatoka disease of bananas and its fungus pathogen. *Pub. Atkins Gard. and Res. Laborat. Cienfuegos, Cuba*, 70 p.

CUILLE (J.), GUYOT (H.), KITROSSER (I.) et LECOMTE (J.). 1958 - Le roséographe photographique. *Fruits*, vol. 13, n° 7, p. 293-297.

HIRST (J.M.). 1957 - A simplified surface wetness recorder. *Plant Path.*, 6, p. 57-61.

HOFFMANN (G.). 1955 - Die thermodynamik der Taubildung Berichte des Deutschen Wetterdienstes n° 18 Band 3.

LEACH (R.). 1946 - Banana leaf spot (*Mycosphaerella musicola*) on the Gros Michel variety in Jamaica. *Pub. Government Jamaica*, 118 p.

LONG (I.Fz). 1967 - Instruments and Techniques for measuring the microclimate of crops : "The measurements of environmental factors in terrestrial ecology" *Symp. British Ecol. Soc. Reading*.